



INVESTOR IN PEOPLE

PN - JP62091914 A 19870427  
 PD - 1987-04-27  
 PR - JP19850231171 19851018  
 OPD - 1985-10-18  
 TI - VARIABLE FOCUS OPTICAL SYSTEM AND AUTOFOCUSING  
 DEVICE USING IT  
 IN - HASHIMOTO KAZUE; ARAYA TATSUYA; FUJII TERU  
 PA - HITACHI LTD  
 IC - G02B7/11 ; G02B15/00 ; G02F1/03  
 © PAJ / JPO

PN - JP62091914 A 19870427  
 PD - 1987-04-27  
 AP - JP19850231171 19851018  
 IN - HASHIMOTO KAZUE; others:02  
 PA - HITACHI LTD  
 TI - VARIABLE FOCUS OPTICAL SYSTEM AND AUTOFOCUSING  
 DEVICE USING IT  
 AB - PURPOSE: To obtain a variable focus optical system which can  
 change freely the focal length without changing the magnification of  
 the optical system neither adjusting finely the optical system  
 mechanically, by providing the optical system including a lens  
 system and a variable refractive index plate and constituting this  
 variable refractive index plate with plural light-transmissive plates, a  
 transparent ferroelectric element whose refractive index is changed  
 in accordance with an impressed voltage, and transparent  
 electrode plates.  
 - CONSTITUTION: A lens system 1, a variable refractive index plate 2,  
 and a variable AC power source 7 are provided to constitute the  
 optical system, and the variable refractive index plate 2 consists of  
 a plane glass plate 3 as the light-transmissive plate, a transparent  
 ferroelectric element 4, transparent electrode plates 5 and 5' on  
 both sides of this element 4, and a polarizing plate 6 as the  
 light-transmissive plate. The ferroelectric element 4 consists of ADP  
 (ammonium diphosphate) or a liquid crystal, and the optical  
 property of its crystal is changed because of double refraction due  
 to the voltage when the voltage is impressed to the crystal.  
 - G02F1/03 ; G02B7/11 ; G02B15/00

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-91914

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

G 02 F 1/03  
G 02 B 7/11  
15/00

識別記号

庁内整理番号

Z-7448-2H  
Z-7448-2H  
7448-2H

⑭ 公開 昭和62年(1987)4月27日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 可変焦点光学系と、これを利用した自動焦点合わせ装置

⑯ 特 願 昭60-231171

⑰ 出 願 昭60(1985)10月18日

⑱ 発 明 者 橋 本 和 重 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 新 家 達 弥 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 藤 井 輝 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1 発明の名称 可変焦点光学系と、これを利用した自動焦点合わせ装置

2 特許請求の範囲

1 レンズ系を含む光学系と可変屈折率板とを備え、この可変屈折率板を、複数枚の光透過板と、この光透過板間に設けられかつ印加電圧を変化させることにより屈折率が変化する透明な強誘電体素子と、可変電源に接続されかつ前記強誘電体素子に電圧を印加する透明な電極板とを組み合わせて構成したことを特徴とする可変焦点光学系。

2 (I) 撮像光学系と、

(II) この撮像光学系内に設置され、かつレンズ系を含む光学系と可変屈折率板とを備え、この可変屈折率板を、複数枚の光透過板と、この光透過板間に設けられかつ印加電圧を変化させることにより屈折率が変化する透明な強誘電体素子と、可変電源に接続されかつ前記強誘電体素子

に電圧を印加する透明な電極板とを組み合わせて構成した可変焦点光学系と、

(III) 前記撮像光学系から映像信号を取り込み、

この映像信号から試料の目標位置に前記可変焦点光学系の焦点が合致しているか、否かを判別し、その判別結果に基づいて屈折率補正信号を出力する焦点合致判別回路と、

(IV) この焦点合致判別回路からの屈折率補正信号に基づいて前記可変焦点光学系の強誘電体素子に対する印加電圧を調整し、試料の目標位置に前記可変焦点光学系の焦点が合致するように屈折率を変化させる制御器と、

を備えている特徴とする自動焦点合わせ装置。

3 発明の詳細な説明

[ 発明の利用分野 ]

本発明は、可変焦点光学系と、これを利用した自動焦点合わせ装置に係り、特に光学系の倍率を変化させず、微動調整することなく焦点合わせを行うために好適な可変焦点光学系と、こ

れの性質を利用した自動焦点合わせ装置に関する。

#### 〔発明の背景〕

近年、エレクトロニクス技術の高度化に伴い、組み立て製品の高密度化、高精度化が進められ、計測技術の高精度化が必要となってきた。

計測技術の中でも非接触計測が可能な光学計測技術は、その計測精度が高いこともあって広く使われているが、精密な計測を行なうためには光学系の自動焦点合わせが大きな問題となっている。

ところで、この種光学計測の先行技術としては、次のような技術がある。

すなわち、特開昭56-19033号公報に開示されているように、焦点を結像面に合わせるために結像面に受光素子を設け、そのコントラスト信号の強弱を調べ、適当な信号が得られるように、レンズを微動させて行う技術がある。しかし、この先行技術ではレンズを微動させることにより結像面に結像させるため倍率変化が生じ、

離を自由に變化させ得る可変焦点光学系を提供することにあり、本発明の他の目的は、前記可変焦点光学系の性質を利用して試料の目標位置に精確に、かつ自動的に焦点合わせが可能な自動焦点合わせ装置を提供することにある。

#### 〔発明の概要〕

本発明可変焦点光学系は、レンズ系を含む光学系と可変屈折率板とを備え、この可変屈折率板を、複数枚の光透過板と、この光透過板間に設けられかつ印加電圧を變化させることにより屈折率が變化する透明な強誘電体素子と、可變電源に接続されかつ前記強誘電体素子に電圧を印加する透明な電極板とを組み合わせて構成したところに特徴を有するもので、この構成により、印加電圧を變化させることによって光学系の倍率を變えることなく、かつ光学系を機械的に移動させることなく焦点距離を自由に變化させることができる。

また、本発明自動焦点合わせ装置は、撮像光学系と、この撮像光学内に設置され、かつレンズ系を含む光学系と可変屈折率板とを備え、こ

常に一定倍率の像を得ることができなかった。

また、特開昭59-17540号公報に開示されているように、主レンズ系を含む撮像光学系の光軸上に副レンズ系を出し入れさせて焦点距離を切り換え可能とした可変焦点光学系や、特開昭59-62835号公報に開示されているように、レンズ系の後方に平行平面ガラスを出し入れさせて焦点距離を切り換え可能とした焦点調節装置があるが、これらは共に連続的に焦点を變化させることができないという欠点を有していた。

さらに、前述の三つの先行技術は、そのいずれも機械的にレンズを微動させたり、副レンズ系または平面ガラスを出し入れさせたりしているため、高精度化ニーズに対して位相決め誤差および光軸合わせ誤差があり、また微動調整機能に寿命がある等の欠点をもっていた。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、前記先行技術の欠点をなくし、光学系の倍率を變化させることなく、かつ光学系を機械的に微動調整することなく焦点距

の可変屈折率板を、複数枚の光透過板と、この光透過板間に設けられかつ印加電圧を變化させることにより屈折率が變化する透明な強誘電体素子と、可變電源に接続されかつ前記強誘電体素子に電圧を印加する透明な電極板とを組み合わせて構成した可変焦点光学系と、前記撮像光学系から映像信号を取り込み、この映像信号から試料の目標位置に前記可変焦点光学系の焦点が合致しているか、否かを判別し、その判別結果に基づいて屈折率補正信号を出力する焦点合致判別回路と、この焦点合致判別回路からの屈折率補正信号に基づいて前記可変焦点光学系の強誘電体素子に対する印加電圧を調整し、試料の目標位置に前記可変焦点光学系の焦点が合致するように屈折率を變化させる制御部とを備えているところに特徴を有するもので、この構成により、試料の目標位置に精確に、かつ自動的に焦点合わせすることができる。

#### 〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を図面により説明する。

第1図は本発明可変焦点光学系の一実施例の構成図、第2図は同要部の詳細を示す斜視図である。

これらの図に示す可変焦点光学系は、レンズ系1と、可変屈折率板2と、可変交流電源7とを備えて構成されている。

前記可変屈折率板2は、第1図に示すように、前記レンズ系1から目標焦点位置Fに至る光学系内に設置されている。また、可変屈折率板2は第2図に詳細に示すように、光透過板としての平面ガラス板3と、透明な強誘電体素子4と、これの両側に設けられた透明な電極板5、5'と、光透過板としての偏光板6とを有して構成されている。

前記強誘電体素子4は、ADP(第2リン酸アンモニウム)や液晶のような素子で形成されており、この強誘電体素子4はその結晶に電圧を印加すると印加電圧によって誘起される複屈折のため結晶の光学的性質が変わる。これは、光学的二軸性結晶(正方晶系結晶)が電荷によ

定されるもので、可変屈折率板2の屈折率が印加電圧の変化によって変化しても常に一定値を保つ。

ここで、可変交流電源7により可変屈折率板2の電極板5、5'を通じて強誘電体素子4に第2図に示すごとく、その $x$ 軸に平行に電界をかけると、もし $x$ 軸、 $y$ 軸に偏光された光が入射された場合、強誘電体素子4内の複屈折によってそれぞれ $x$ 軸、 $y$ 軸に光の偏光成分は変化する。

新しい座標軸方向への屈折率 $n'$ は、

$$n' = (n^2 \pm r E n^2)$$

で求められる。

ただし、 $n$ :元の座標系での屈折率(定数)

$r$ :電気光学定数(定数)

$E$ : $z$ 方向の電界

である。

前記式において、 $n, r$ は定数であるから、新しい座標軸方向への屈折率 $n'$ は $z$ 方向の電界 $E$ によって決定されることが分かる。

したがって、可変屈折率板2の電極板5、5'間

り光学的二軸性結晶に変化したことによるもので、複屈折光学効果と呼んでいる。

前記電極板5は、平面ガラス板3と強誘電体素子4間に設けられ、電極板5'は強誘電体素子4と偏光板6間に設けられている。

前記可変交流電源7は、可変屈折率2の電極板5、5'間に印加する電圧を変化させ、強誘電体素子4の屈折率を変化させるようになっている。

前記実施例の可変焦点光学系は、次のように操作され、作用する。

いま、レンズ系1から目標焦点位置Fに至る光学系において、可変屈折率板2の現在の焦点位置F'が第1図に破線で示す位置にあり、前記目標焦点位置Fに対して焦点位置F'が距離 $\alpha$ ずれているものとする。

前記焦点位置F'を目標焦点位置Fに合わせるためには、可変屈折率板2の電極板5、5'間に印加する電圧を調整し、強誘電体素子4の屈折率を変化させてやればよい。

光学系全体の倍率は、レンズ系1によって決

に印加する電圧を変化させ、強誘電体素子4の屈折率を変化させることにより、前記焦点位置F'を目標焦点位置Fに一致させることができる。

そして、この実施例によれば、光学系の倍率を変えずに焦点合わせが可能であり、したがって高精度に焦点合わせを行うことができる。

また、この実施例によれば、光学系を機械的に微動調整する必要がないので、位置決め精度の問題、光軸合わせの問題、および微動調整機能の寿命の問題を全て解消することができる。

次に、第3図および第4図は、それぞれ本発明可変焦点光学系の使用例を示す図である。

その第3図は、照明系に使用した例を示すもので、レンズ系1と可変屈折率板2と可変交流電源7とを備えた可変焦点光学系8により、光源9を搜し出し、平行照明10を得るようにしている。

また、第4図は集光系に使用した例を示すもので、可変焦点光学系8のレンズ系1に入射してくる光11をF<sub>1</sub>点からF<sub>2</sub>点に集光させるように

している。

続いて、第5図は本発明自動焦点合わせ装置の一実施例を示す系統図である。

この第5図に示す実施例のものは、試料としてのスピンドル12との間に設定間隔をおいて設置された受光素子13を有する撮像光学系と、前記スピンドル12と受光素子13間に設置された可変焦点光学系8と、前記受光素子13に接続された焦点合致判別回路15と、これに接続された制御器としての可変屈折率板ドライバ17とを備えて構成されている。

前記可変焦点光学系8は、前記第1図および第2図に示すものと同様、レンズ系1と、可変屈折率板2と、可変交流電源7とを備えて構成されている。前記可変屈折率板2は、平面ガラス板3と、強誘電体素子4と、電極板5,5'と、偏光板6とを組み合わせて構成されている。そして、この可変焦点光学系8はスピンドル12に定められた目標位置 $F_3$ に対向させて設置されている。

屈折率を変化させるようになっている。

前記実施例の自動焦点合わせ装置は、次のように操作され、動作する。

すなわち、スピンドル12に定められた目標位置 $F_3$ に対向させて設置された可変焦点光学系8からの出力光は受光素子13に入り、受光素子13は前記可変焦点光学系8を通じて撮影した映像信号14を焦点合致判別回路15に送り込む。

前記焦点合致判別回路15では、前記映像信号14を取り込み、可変焦点光学系8の現在の焦点位置 $F_4$ がスピンドル12に定められた目標位置 $F_3$ に合致しているか、否かを判別する。そして、前記焦点位置 $F_4$ が目標位置 $F_3$ に合致していない場合は、補正値を演算し、その演算結果としての屈折率補正信号16を可変屈折率板ドライバ17に送り込む。

前記可変屈折率板ドライバ17では、前記屈折率補正信号16を取り込み、この屈折率補正信号16に基づいて、可変焦点光学系8の可変交流電源7に制御信号18を送り込む。

前記受光素子13は、スピンドル12に定められた位置を撮影し、その映像信号14を焦点合致判別回路15に送り込むようになっている。

前記焦点合致判別回路15は、受光素子13から映像信号14を取り込み、その映像信号14から可変焦点光学系8の現在の焦点位置 $F_4$ がスピンドル12に定められた目標位置 $F_3$ に合致しているか、否かを判別するようになっている。そして、焦点合致判別回路15はもし現在の焦点位置 $F_4$ が目標位置 $F_3$ と合致していない時は、屈折率の補正値を演算し、その演算結果としての屈折率補正信号16を可変屈折率板ドライバ17に送り込むように構成されている。

前記可変屈折率板ドライバ17は、焦点合致判別回路15から屈折率補正信号16を取り込み、可変焦点光学系8の可変交流電源7に制御信号18を送り、電極板5,5'を通じて強誘電体素子4に印加する電圧を調整し、可変焦点光学系8の現在の焦点位置 $F_4$ がスピンドル12に定められた目標位置 $F_3$ と合致するように、強誘電体素子4の

その結果、前記可変交流電源7から電極板5,5'を通じて強誘電体素子4に印加される電圧が制御され、強誘電体素子4の屈折率が変化し、前記焦点位置 $F_4$ が目標位置 $F_3$ に合致するように調整される。

したがって、この実施例の自動焦点合わせ装置によれば、可変焦点光学系8の性能を利用して、スピンドル12の目標位置 $F_3$ に焦点を精確に、かつ自動的に合わせることができる。

なお、本発明自動焦点合わせ装置は、図面に示すスピンドル12に定められた目標位置 $F_3$ の撮影に限らず、試料全般に適用できること勿論である。

〔発明の効果〕

以上説明した本発明可変焦点光学系によれば、レンズ系を含む光学系と可変屈折率板とを備え、この可変屈折率板を、複数枚の光透過板と、この光透過板間に設けられかつ印加電圧を変化させることにより屈折率が変化する透明な強誘電体素子と、可変電源に接続されかつ前記強誘電

体素子に電圧を印加する透明な電極板とを組み合わせることで構成されており、光学系の倍率を変化させる必要がないので、焦点合わせを高精度に行い得る効果があり、また機械的な微動調整を必要としないので、位置決め精度の問題、光軸合わせの問題、および微動調整機能の寿命問題を全て解消し得る効果がある。

また、本発明自動焦点合わせ装置によれば、撮像光学系と、この撮像光学系内に設置され、かつレンズ系を含む光学系と可変屈折率板とを備え、この可変屈折率板を、複数枚の光透過板と、この光透過板間に設けられかつ印加電圧を変化させることにより屈折率が変化する透明な強誘電体素子と、可変電源に接続されかつ前記強誘電体素子に電圧を印加する透明な電極板とを組み合わせることで構成した可変焦点光学系と、前記撮像光学系から映像信号を取り込み、この映像信号から試料の目標位置に前記可変焦点光学系の焦点が合致しているか、否かを判別し、その判別結果に基づいて屈折率補正信号を出力す

る焦点合致判別回路と、この焦点合致判別回路からの屈折率補正信号に基づいて前記可変焦点光学系の強誘電体素子に対する印加電圧を調整し、試料の目標位置に前記可変焦点光学系の焦点が合致するように屈折率を変化させる制御器とを備えて構成しているもので、前記可変焦点光学系の性質を利用し、試料に定められた目標位置に精確に、かつ自動的に焦点合わせを行い得る効果がある。

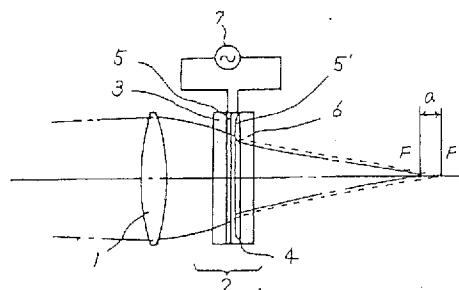
#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明可変焦点光学系の一実施例の側面図、第2図は可変焦点光学系の可変屈折率板の構成を詳細に示す斜視図、第3図および第4図は前記可変焦点光学系の色々な使用例を示す図、第5図は本発明自動焦点合わせ装置の一実施例を示す系統図である。

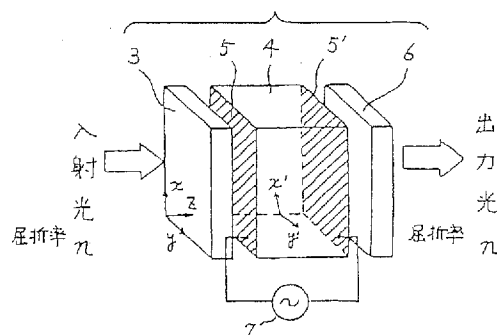
- 1…光学系を構成しているレンズ系
- 2…可変屈折率板
- 3…可変屈折率板の光透過板としての平面ガラス板

- 4…同透明な強誘電体素子
- 5, 5'…同透明な電極板
- 6…同光透過板としての偏光板
- 7…可変交流電源
- F…目標焦点位置
- F'…可変焦点光学系の現在の焦点位置
- a…可変焦点光学系全体
- 12…試料としてのスピンドル
- 13…撮像光学系を構成している受光素子
- 14…映像信号
- 15…焦点合致判別回路
- 16…屈折率補正信号
- 17…制御器としての可変屈折率板ドライバ
- 18…可変焦点光学系の制御信号
- F<sub>0</sub>…目標位置
- F<sub>1</sub>…現在の焦点位置

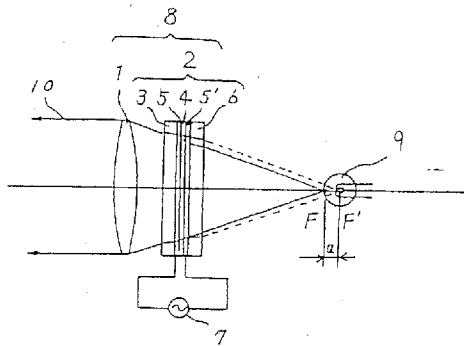
第1図



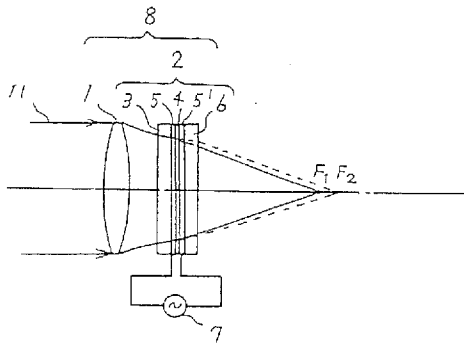
第2図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

